

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-196513

(43)Date of publication of application : 16.07.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20

(21)Application number 02-328221

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 28.11.1990

(72)Inventor :

NISHI TAKECHIKAZ

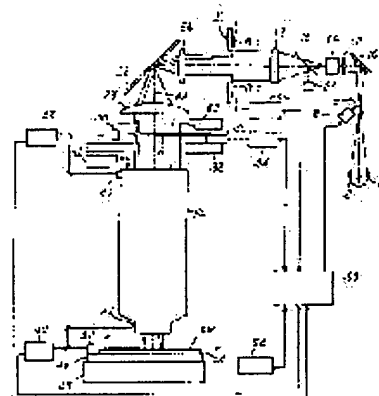
? Kenji see US equivalent 15,473,410

(54) PROJECTION ALIGNER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a scan system projection aligner whose throughput is improved, by installing a control means controlling a driving means, so as to change the width of an rectangular aperture of a variable field stop so as to link with the position change of a rectangular aperture image of the variable field stop on the transfer region of a mask changing according to the one-dimensional scanning of a mask stage.

CONSTITUTION: Sequence and control are totally managed by a main control part 100, whose basic action is as follows: a reticle pattern and a wafer pattern are relatively moved, in the state that the relative positional relation between them is restricted within a specified alignment error, while the speed ratio of a reticle stage 30 and an XY stage 48 is kept in a specified value in the case of scan exposure. The main control part 100 linkage-controls the a driving system 22, so as to make the edge positions of blades BL1, BL2 in the scanning direction of a blind mechanism 20 move in the X-direction synchronously with the scanning of the reticle stage 30. Thereby an equal S&S exposure system can be realized only by gradually narrowing the aperture width, without making the mask largely overrun in the scanning start part and the scanning end part on the mask.

*Some Application number 02-328221*

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-196513

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)7月16日

H 01 L 21/027
G 03 F 7/20

5 2 1

7818-2H
7352-4M

H 01 L 21/30

3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全12頁)

⑮ 発明の名称 投影露光装置

⑯ 特 願 平2-328221

⑰ 出 願 平2(1990)11月28日

⑱ 発 明 者 西 健 爾 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 ニ コ ン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁 理 士 渡 辺 隆 男

明 細 書

1. 発明の名称

投影露光装置

2. 特許請求の範囲

(1) マスク上の転写領域内に形成されたパターンを感光基板上の被露光領域に投影する投影光学系と、

前記マスクを前記投影光学系の光軸とほぼ垂直に保持した状態で、前記マスクの転写領域の一方の幅寸法以上の範囲に渡って一次元移動させるマスクステージと、前記感光基板を前記マスクステージの一次元移動方向に沿って、前記マスクステージの移動速度と同期した速度で一次元移動させる基板ステージとを有し、前記マスクのパターンを走査露光方式で前記感光基板上に露光する投影露光装置において、

前記マスクとはほぼ共役な位置に配置された可変視野絞りの開口を介して、前記マスクの転写領域に露光用の照明光を照射する照明手段と；

前記可変視野絞りの開口形状を前記走査露光の

方向とはほぼ直交したエッジを有する矩形にするとともに、前記走査露光の方向に該矩形の幅を可変とする駆動手段と；

前記マスクステージの一次元移動によって変化する前記マスクの転写領域上での前記可変視野絞りの位置変化に連動して、前記可変視野絞りの矩形の開口幅を変更するように、前記駆動手段を制御する制御手段とを設けたことを特徴とする投影露光装置。

(2) 前記制御手段は、前記マスクの転写領域の周辺部が前記投影光学系の光軸近傍に向うのに同期して、前記可変視野絞りの矩形開口の前記一次元移動方向に関する幅を順次減少させるように前記駆動手段を制御することを特徴とする請求項第1項に記載の装置。

(3) 前記可変視野絞りの開口は前記マスクの転写領域のほぼ全体を含むような最大開放状態から前記マスクへの照明光をほぼ遮へいする全閉状態まで二次元に形状を可変とし、前記可変視野絞りの開口が前記最大開放状態に設定されたときは、

前記マスクステージと前記基板ステージとの相対走査を禁止して前記基板を静止露光することの特徴とする請求項第1項に記載の装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体素子、液晶表示素子等の製造過程中的リソグラフィ工程で使用する投影露光装置に関するものである。

(従来の技術)

従来、この種の投影露光装置には、大別して2つの方式があり、1つはマスク(レチクル)のパターン全体を内包し得る露光フィールドを持った投影光学系を介してウェハやプレート等の感光基板をステップアンドリビート方式で露光する方法であり、もう1つはマスクと感光基板とを投影光学系を挟んで対向させて円弧状スリット照明光のマスク照明のもとで相対走査して露光するスキャン方法である。

前者のステップアンドリビート露光方式を採用したステッパーは、最近のリソグラフィ工程で

主流をなす装置であり、後者のスキャン露光方式を採用したライナーにくらべて、解像力、重ね合せ精度、スループット等がいずれも高くなってきており、今後もしばらくはステッパーが主流であるものと考えられている。

ところで、最近スキャン露光方式においても高解像力を達成する新たな方式が、SPIE Vol. 1088 Optical/Laser Microlithography II (1989)の第424頁~433頁においてステップアンドスキャン方式として提案された。ステップアンドスキャン方式とは、マスク(レチクル)を一次元に走査しつつ、ウェハをそれと同期した速度で一次元に走査するスキャン方式と、走査露光方向と直交する方向にウェハをステップ移動させる方式とを混用したものである。

第9図はステップ&スキャン方式の概念を説明する図であるが、ここではウェハW上のX方向のショット領域(1チップ、又はマルチチップ)の並びを円弧状スリット照明光RILで走査露光し、Y方向についてはウェハWをステッピングする。

同図中、破線で示した矢印がステップ&スキャン(以下、S&Sとする)の露光順序を表わし、ショット領域SA₁、SA₂、……SA_nの順にS&S露光を行ない、次にウェハWの中央にY方向に並んだショット領域SA₁、SA₂、……SA_nの順に同様のS&S露光を行なう。上記文献に開示されたS&S方式のライナーでは、円弧状スリット照明光RILで照明されたレチクルパターンの像は、1/4倍の縮小投影光学系を介してウェハW上に結像されるため、レチクルステージのX方向の走査速度は、ウェハステージのX方向の走査速度の4倍に精密に制御される。また、円弧状スリット照明光RILを使うのは、投影光学系として屈折素子と反射素子とを組み合わせた縮小系を用い、光軸から一定距離だけ離れた像高次の狭い範囲(輪帯状)で各種収差がほぼ零になるという利点を得るためである。そのような反射縮小投影系の一例は、例えばUSP. 4,747,678に開示されている。

このような円弧状スリット照明光を使うS&S

露光方式の他に、円形のイメージフィールドを有する通常の投影光学系(フル・フィールドタイプ)をS&S露光方式に応用する試みが、例えば特開平2-229423号公報で提案された。この公開公報には、レチクル(マスク)を照明する露光光の形状を投影レンズ系の円形フィールドに内接する正六角形にし、その正六角形の対向する2辺のエッジが走査露光方向と直交する方向に伸びるようにすることで、スループットをより向上させたS&S露光を実現することが開示されている。すなわち、この公開公報においては、スキャン露光方向のレチクル(マスク)照明領域を極力大きく取ることによって、レチクルステージ、ウェハステージの走査速度を、円弧状スリット照明光を使ったS&S露光方式にくらべて格段に高くできることが示されている。

(発明が解決しようとする課題)

上記、特開平2-229423号公報に開示された従来技術によれば、走査露光方向に関するマスク照明領域を極力広くしてあるため、スループ

ット上では有利である。

ところが、実際のマスクステージ、ウェハステージの走査シーケンスを考慮すると、上記公開公報に開示された装置においても、第9図のようなジグザクのS & S方式にせざるを得ない。

なぜなら、ウェハWの直径を150mm(6インチ)として、1回の連続したX方向走査のみでウェハ直径分の一列のショット領域の並びの露光を完了しようとする、1/5倍の投影レンズ系を使うことを前提としたとき、レチクルの走査方向(X方向)の長さは750mm(30インチ)にも達してしまい、このようなレチクルの製造が極めて困難だからである。仮りにそのようなレチクルが製造できたとしても、そのレチクルをX方向に走査するレチクルステージのストロークは750mm以上必要であることから、装置が極めて大型化することは必須である。このため、上記公開公報のような装置であっても、ジグザク走査をせざるを得ない。

従って、走査露光方向に隣接したショット領域、

この第10図からも明らかなように、レチクルR上の走査開始部分や走査終了部分では、パターン領域の外側に、少なくとも六角形照明領域H1Lの走査方向の幅寸法以上の遮光体を必要とする。同時に、レチクルR自体も走査方向の寸法が大きくなるとともにレチクルステージのX方向の移動ストロークも、チップパターンのCP₁、〜CP_n、全体のX方向の寸法と六角形照明領域H1Lの走査方向の寸法との合計分だけ必要となる等、装置化にあたっての問題点が考えられる。

本発明は上述のような問題点に鑑み、レチクル(マスク)上のパターン露光領域の周辺に格別に広い遮光体を設けることなく、しかもレチクル(マスク)ステージの走査露光時の移動ストロークも最小限にしつつ、スルーボットを高めたスキヤン方式(又はS & S方式)の投影露光装置を提供することを目的とする。

(課題を達成する為の手段)

そこで本発明は、走査露光方式の投影露光装置において、マスクとほぼ共役な位置に配置された

例えば第9図中のショット領域SA₁とSA_{1,2}とは、隣りのショット領域内にレチクルパターンが転写されないようにレチクル上のパターン領域の周辺を遮光体で広く覆っておく必要があった。

第10図は六角形の照明領域H1L、投影レンズ系の円形イメージフィールドIF、及びレチクルRの走査露光時の配置を示し、第10図(A)は六角形照明領域H1LがレチクルR上のスキヤン開始位置に設定された状態を表し、この状態からレチクルRのみが同図中の右方向に一次元移動する。そして1回のスキヤン終了時には第10図(B)のようになる。

この第10図中でCP₁、CP₂、……CP_nの夫々はレチクルR上にX方向に並べて形成されたチップパターンであり、これら6つのチップパターンの並びがX方向の1回のスキヤンで露光されるべきショット領域に対応している。尚、同図中、六角形照明領域H1Lの中心点はイメージフィールドIFの中心、すなわち投影レンズ系の光軸AXとほぼ一致している。

可変視野絞りの開口を介してマスクの転写領域に露光用の照明光を照射する照明手段を設け、その可変視野絞り開口形状を(走査露光方向と直交したエッジを有する)矩形にするとともに、マスク上の転写領域(パターン形成領域)の幅寸法方向(走査方向)に矩形絞り開口の幅を可変とする駆動手段を設ける。

そして、マスクステージの一次元走査によって変化するマスクの転写領域上での可変視野絞りの矩形開口像の位置変化に連動して、可変視野絞りの矩形開口の幅を変更するように、駆動手段を制御する制御手段を設けることとした。

(作用)

従来の走査露光方式では、固定形状の開口(六角形、円弧状等)を介して照明光をマスクに照射していたが、本発明では開口(可変視野絞り)の走査方向の幅をマスク走査、あるいは露光基板走査と連動して変化させるようにしたため、マスク上の走査開始部分や走査終了部分で、マスクを大きくオーバーランさせなくても、開口幅を順次換

くしていくだけで、同等のS & S露光方式が実現できる。従って、マスクステージのオーバーランが不要、もしくは極めて小さくなるため、マスクステージの移動ストロークも最小限にすることができる。マスク上のパターン形成領域の周辺に形成される遮光体の幅も従来のマスクと同程度に少なくよく、マスク製造時に遮光体（通常はクロム層）中のピンホール欠陥を検査する手間が低減されるといった利点がある。

さらに可変視野絞りの開口をマスク上のパターン形成領域に合わせるような形状に設定することで、従来と同等のステッパーとしても利用することができる。

また可変視野絞りの開口位置や幾何学的な形状を、投影光学系のイメージフィールド内で一次元、二次元又は回転方向に変化させるように構成することによって、様々なチップサイズのマスクパターンに瞬時に対応することができる。

【実施例】

第1図は本発明の第1の実施例による投影露光

る。本実施例ではブレードBL₁、BL₂のエッジによってX方向（走査露光方向）の開口APの幅が決定され、ブレードBL₁、BL₂のエッジによってY方向（ステッピング方向）の開口APの長さが決定されるものとする。

また、4枚のブレードBL₁～BL₄の各エッジで規定された開口APの形状は、投影レンズPLの円形イメージフィールドIF内に包含されるように定められる。さて、ブラインド機構20の位置で、照明光は均一な照度分布となり、ブラインド機構20の開口APを通過した照明光は、レンズ系24、ミラー26、及びメインコンデンサーレンズ28を介してレチクルRを照射する。このとき、ブラインド機構20の4枚のブレードBL₁～BL₄で規定された開口APの像がレチクルR下面のパターン面に結像される。尚、レンズ系24とコンデンサーレンズ28とによって任意の結像倍率を与えることができるが、ここではブラインド機構20の開口APを約2倍に拡大してレチクルRに投影しているものとする。従ってス

装置の構成を示し、本実施例では、両側テレセントリックで1/5縮小の屈折素子のみ、あるいは屈折素子と反射素子との組み合わせで構成された投影光学系（以下、簡便のため単に投影レンズと呼ぶ）PLを使うものとする。

水銀ランプ2からの露光用照明光は構円鏡4で第2焦点に集光される。この第2焦点には、モータ8によって照明光の遮断と透過とを切り替えるロータリーシャッター6が配置される。シャッター6を通過した照明光束はミラー10で反射され、インプットレンズ12を介してフライアイレンズ系14に入射する。フライアイレンズ系14の射出側には、多数の2次光源像が形成され、各2次光源像からの照明光はビームスプリッタ16を介してレンズ系（コンデンサーレンズ）18に入射する。レンズ系18の後側焦点面には、レチクルブラインド機構20の可動ブレードBL₁、BL₂、BL₃、BL₄が第2図のように配置されている。4枚のブレードBL₁、BL₂、BL₃、BL₄は夫々駆動系22によって独立に移動され

キャン露光時のレチクルRの走査速度VrsとレチクルR上に投影されたブラインド機構20のブレードBL₁、BL₂のエッジ像の移動速度とを一致させるためには、ブレードBL₁、BL₂のX方向の移動速度VblをVrs/2に設定すればよい。

さて、開口APで規定された照明光を受けたレチクルRは、コラム32上を少なくともX方向に等速移動可能なレチクルステージ30に保持される。コラム32は不図示ではあるが、投影レンズPLの鏡筒を固定するコラムと一体になっている。レチクルステージ30は駆動系34によってX方向の一次元走査移動、ヨーイング補正のための微小回転移動等を行なう。またレチクルステージ30の一端にはレーザ干渉計38からの測長ビームを反射する移動鏡36が固定され、レチクルRのX方向の位置とヨーイング量がレーザ干渉計38によってリアルタイムに計測される。尚、レーザ干渉計38用の固定鏡（基準鏡）40は投影レンズPLの鏡筒上端部に固定されている。

レチクルRに形成されたパターンの像は投影レンズPLによって1/5に縮小されてウェハW上に結像される。ウェハWは微小回転可能なウェハホルダ44に基準マーク板FMとともに保持される。ホルダ44は投影レンズPLの光軸AX(Z)方向に移動可能なZステージ46上に設けられる。そしてZステージ46はX、Y方向に二次元移動するXYステージ48上に設けられ、このXYステージ48は駆動系54で駆動される。またXYステージ48の座標位置とヨーイング量とはレーザ干渉計50によって計測され、そのレーザ干渉計50のための固定鏡42は投影レンズPLの鏡筒下部に固定され、移動鏡52はZステージ46の一端部に固定される。

本実施例では投影倍率を1/5としたので、スキャン露光時のXYステージ48のX方向の移動速度 V_{xs} は、レチクルステージ30の速度 V_{rs} の1/5である。さらに本実施例では、レチクルRと投影レンズPLとを介してウェハW上のアライメントマーク(又は基準マークFM)を検出する

うちウェハWのY方向のステッピング回数を少なくすることができる。ただし、レチクルR上のチップパターンのサイズや形状、配列によっては、開口APのY方向の長さをブレッドBL₁、BL₂の各エッジで変更した方がよいこともある。例えばブレッドBL₁、BL₂の対向するエッジが、ウェハW上のショット領域を区画するストリートライン上に合致するように調整するとよい。このようにすれば、ショット領域のY方向のサイズ変化に容易に対応できる。

また1つのショット領域のY方向の寸法が開口APのY方向の最大寸法以上になる場合は、先の特開平2-229423号公報にみられるように、ショット領域の内部でオーバーラップ露光を行なって、露光量のシームレス化を行なう必要がある。この場合の方法については後で詳しく述べる。

次に本実施例の装置の動作を説明するが、そのシーケンスと制御は、主制御部100によって統括的に管理される。主制御部100の基本的な動作は、レーザ干渉計38、50からの位置情報、

TTT(スルーザレチクル)方式のアライメントシステム60と、レチクルRの下方空間から投影レンズPLを介してウェハW上のアライメントマーク(又は基準マークFM)を検出するTTT(スルーザレンズ)方式のアライメントシステム62とを設け、S&S露光の開始前、あるいはスキャン露光中にレチクルRとウェハWとの相対的な位置合せを行なうようにした。

また第1図中に示した光電センサー64は、基準マークFMを発光タイプにしたとき、その発光マークからの光を投影レンズPL、レチクルR、コンデンサーレンズ28、レンズ系24、18、及びビームスプリッタ16を介して受光するもので、XYステージ48の座標系におけるレチクルRの位置を規定する場合や、各アライメントシステム60、62の検出中心の位置を規定する場合に使われる。

ところでブラインド機構20の開口APは、走査方向(X方向)と直交するY方向に関して極力長くすることによって、X方向の走査回数、すな

わゆるヨーイング情報の入力、駆動系34、54内のタコジェネレータ等からの速度情報の入力等に基づいて、スキャン露光時にレチクルステージ30とXYステージ48とを所定の速度比を保ちつつ、レチクルパターンとウェハパターンとの相対位置関係を所定のアライメント誤差内に押えたまま相対移動させることにある。

そして本実施例の主制御部100は、その動作に加えてブラインド機構20の走査方向のブレッドBL₁、BL₂のエッジ位置をレチクルステージ30の走査と同期してX方向に移動させるように、駆動系22を連動制御することを大きな特徴としている。

尚、走査露光時の照明光量を一定すると、開口APの走査方向の最大開き幅が大きくなるにつれてレチクルステージ30、XYステージ48の絶対速度は大きくしなければならない。原理的には、ウェハW上のレジストに同一露光量(dose量)を与えるものとしたとき、開口APの幅を2倍にすると、XYステージ48、レチクルステージ30

も2倍の速度にしなければならない。

第3図は第1図、第2図に示した装置に装着可能なレチクルRとブラインド機構20の開口APとの配置関係を示し、ここではレチクルR上に4つのチップパターンCP₁、CP₂、CP₃、CP₄が走査方向に並んでいるものとする。各チップパターンはストリートラインに相当する遮光帯で区画され、4つのチップでパターンの集合領域(ショット領域)の周辺はストリートラインより広い幅Dsbの遮光帯でかこまれている。

ここで、レチクルR上のショット領域の周辺の左右の遮光帯をSB_l、SB_rとし、その外側にはレチクルアライメントマークRM₁、RM₂が形成されているものとする。

またブラインド機構20の開口APは、走査方向(X方向)と直交するY方向に平行に伸びたブレードBL₁のエッジE₁とブレードBL₂のエッジE₂を有し、このエッジE₁、E₂の走査方向の幅をDapとする。さらに開口APのY方向の長さは、レチクルR上のショット領域のY方向の

の出来具合によって完全に零にすることは難しい。そこで本実施例では、開口APの像のレチクル上での幅DapがレチクルRの右側の遮光帯SB_rの幅Dsbよりも狭くなる程度に設定する。通常、遮光帯SB_rの幅Dsbは4~6mm程度であり、開口APの像のレチクル上での幅Dapは1mm程にするといふ。

そして、第4図(A)に示すように開口APのX方向の中心を、光軸AXに対してΔXsだけ、レチクルRの走査進行方向と逆方向(同図中の左側)にずらしておく。この距離ΔXsは、このレチクルRに対する開口APの最大開き幅Dapの約半分に設定する。より詳しく述べると、開口APの長手方向の寸法はレチクルRのショット領域のY方向の幅で自ずと決ってしまうため、開口APのX方向の幅Dapの最大値DAm_{ax}もイメージフィールドIPの直径によって決ってくる。その最大値はDAm_{ax}は主制御部100によって予め計算される。さらに第4図(A)の走査開始点での開口APの幅(最小)をDAminとすると、厳密

幅とはば一致し、周辺のX方向に伸びた遮光帯の中心に開口APの長手方向を規定するエッジが合致するようにブレードBL₁、BL₂が設定される。

次に第4図を参照して、本実施例のS&S露光の様子を説明する。ここでは前提として、第3図に示したレチクルRとウェハWとをアライメントシステム60、62、光電センサー64等を用いて相対位置合せしたものとする。尚、第4図は第3図のレチクルRを横からみたもので、ここではブラインド機構20のブレードBL₁、BL₂の動作をわかり易くするために、レチクルRの直上にブレードBL₁、BL₂を図示した。

まず第4図(A)に示すように、レチクルRをX方向の走査開始点に設定する。同様に、ウェハW上の対応する1つのショット領域をX方向の走査開始に設定する。

このとき、レチクルRを照明する開口APの像は、理想的には幅Dapが零であることが望ましいが、ブレードBL₁、BL₂のエッジE₁、E₂

には、 $DAmin + 2 \cdot \Delta Xs = DAm_{ax}$ の関係を満たすように距離ΔXsが決められる。

次にレチクルステージ30とXYステージ48とを投影倍率に比例した速度比で互いに逆方向に移動させる。このとき第4図(B)に示すように、ブラインド機構20のうち、レチクルRの進行方向のブレードBL₁のみをレチクルRの移動と同期して動かし、ブレードBL₂のエッジE₂の像が遮光帯SB_r上にあるようにする。

そしてレチクルRの走査が進み、ブレードBL₁のエッジE₁が第4図(C)のように開口APの最大開き幅を規定する位置に達したら、それ以後ブレードBL₂の移動を中止する。従ってブラインド機構20の駆動系22内には各ブレードの移動量と移動速度とをモニターするエンコーダ、タコジェネレータ等が設けられ、これらからの位置情報と速度情報とは主制御部100に送られ、レチクルステージ30の走査運動と同調させるために使われる。

こうしてレチクルRは、最大幅の開口APを通

した照明光で照射されつつ、一定速度でX方向に送られ、第4図(D)の位置までくる。すなわち、レチクルRの進行方向と逆方向にあるブレードBL₁のエッジE₁の像が、レチクルRのショット領域の左側の遮光帯SB₂にかかった時点から第4図(E)に示すように、ブレードBL₁のエッジE₁の像をレチクルRの移動速度と同期させて同一方向に走らせる。

そして、左側の遮光帯SB₂が右側のブレードBL₁のエッジ像によって遮へいされた時点(このとき左側のブレードBL₁も移動してきて、開口APの幅D_{ap}は最小値D_{Amin}になっている)で、レチクルステージ30とブレードBL₁の移動を中止する。

以上の動作によってレチクルの1スキャンによる露光(1ショット分の露光)終了し、シャッター6が閉じられる。ただしその位置で開口APの幅D_{ap}が遮光帯SB₂(又はSB_r)の幅D_{sb}にくらべて十分に狭く、ウェハWへもれる照明光を零にすることができるときは、シャッター6を開

いたままにしてもよい。

次にXYステージ48をY方向にショット領域の1列分だけステッピングさせ、今までと逆方向にXYステージ48とレチクルステージ30とを走査して、ウェハW上の異なるショット領域に同様のスキャン露光を行なう。

以上、本実施例によれば、レチクルステージ30の走査方向のストロークを最小限にすることができ、また走査方向に関するショット領域の両側を規定する遮光帯SB₂、SB_rの幅D_{sb}も少なくて済む等の利点がある。

尚、レチクルステージ30が第4図(A)の状態から加速して等速走査になるまでは、ウェハW上で走査方向に関する露光量むらが発生する。

このため、走査開始時に第4図(A)の状態になるまでプリスキャン(助走)範囲を定める必要もある。その場合、プリスキャンの長さに応じて遮光帯SB_r、SB₂の幅D_{sb}を広げることになる。このことは、1回のスキャン露光終了時にレチクルステージ30(XYステージ48)の等速

運動を急激に停止させられないことに応じて、オーバースキャンを必要とする場合においても同様にあてはまることである。

ただし、プリスキャン、オーバースキャンを行なう場合でも、シャッター6を高速にし、開放応答時間(シャッターの全閉状態から全開までに要する時間)と閉成応答時間とが十分に短いときは、レチクルステージ30がプリスキャン(加速)を完了して本スキャンに入った時点(第4図(A)の位置)、又は本スキャンからオーバーラン(減速)に移った時点で、シャッター6を連動させて開閉すればよい。

例えばレチクルステージ30の本スキャン時の等速走査速度をV_{rs}(mm/sec)、遮光帯SB₂、SB_rの幅をD_{sb}(mm)、開口APのレチクルR上での最小幅をD_{Amin}(mm)とすると、D_{sb}>D_{Amin}の条件のもとで、シャッター6の応答時間t_sは、次の関係を満たしていればよい。

$$(D_{sb} - D_{Amin}) / V_{rs} > t_s$$

また本実施例の装置では、レチクルステージ30

0のヨーイング量とXYステージ48のヨーイング量とがレーザ干渉計38、50によって夫々独立に計測されているので、2つのヨーイング量の差を主制御部100で求め、その差が零になるようにレチクルステージ30、又はウェハホルダー44をスキャン露光中に微小回転させればよい。ただしその場合、微小回転の回転中心は常に開口APの中心になるようにする必要があり、装置の構造を考慮すると、レチクルステージ30のX方向のガイド部分を光軸AXを中心として微小回転させる方式が容易に実現できる。

第5図は、第1図、第2図に示した装置に装着可能なレチクルRのパターン配置例を示し、チップパターンCP₁、CP₂、CP₃は、第3図に示したレチクルRと同様にスリット状開口APからの照明光を使ったステップ・アンド・スキャン方式でウェハを露光するように使われる。また同一のレチクルR上に形成された別のチップパターンCP₄、CP₅は、ステップ・アンド・リピート(S&R)方式でウェハを露光するように使わ

れる。このような使い分けは、ブラインド機構20のブレードB_{L1}、～B_{L4}による開口APの設定によって容易に実現でき、例えばチップパターンCP₁を露光するとき、レチクルステージ30を移動させてチップパターンCP₁のパターン中心が光軸AXと一致するように設定するとともに、開口APの形状をチップパターンCP₁の外形に合わせるだけでよい。そしてXYステージ48のみをステッピングモードで移動させればよい。以上のように第5図に示したレチクルパターンにすると、S&S露光とS&R露光とが同一装置によって選択的に、しかもレチクル交換なしに実行できる。

第6図は、露光すべきレチクル上のチップパターンのスキャン方向と直交する方向(Y方向)のサイズが、投影光学系のイメージフィールドIFに対して大きくなる場合に対応したブラインド機構20のブレードB_{L1}、～B_{L4}の形状の一例を示し、開口APの走査方向(X方向)の幅を規定するエッジE₁、E₂は、先の第2図と同様にY

方向に平行に伸びているが、開口APの長手方向を規定するエッジE₁、E₂は互いに平行ではあるが、X軸に対しては傾いており、開口APは平行四辺形になる。この場合、4枚のブレードB_{L1}、～B_{L4}はスキャン露光時のレチクル移動に連動してX、Y方向に移動する。ただし、スキャン露光方向のブレードB_{L1}、B_{L4}のエッジE₁、E₂の像のX方向の移動速度V_{bx}は、レチクルの走査速度V_{rs}とほぼ同一であるが、ブレードB_{L1}、B_{L4}を動かす必要のあるときは、そのエッジE₁、E₂のY方向の移動速度V_{by}は、エッジE₁、E₂のX軸に対する傾き角を θ_e とすると、 $V_{by} = V_{bx} \cdot \tan \theta_e$ の関係に同期させる必要がある。

第7図は、第6図に示した開口形状によるS&S露光時の走査シーケンスを模式的に示したものである。第7図中、開口APはレチクルR上に投影したものとして考え、その各エッジE₁、～E₄を表示した。また第6図、7図の第2実施例では、ウェハW上に投影すべきレチクルR上のチップパ

ターン領域CPが開口APの長手方向の寸法の約2倍の大きさをもつものとする。このため第2実施例ではレチクルステージ30も走査方向と直交したY方向に精密にステッピングする構造にしておく。

まず、第6図中のブレードB_{L1}、～B_{L4}を調整して、走査開始上では第7図(A)のような状態に設定する。

すなわち、最も幅をせばめた状態の開口APがレチクルRの右側の遮光帯SB₁上に位置するようにすると共に、開口APの左側のエッジE₁は、光軸AXから最も離れた位置(開口APをX方向に最も広げたときのエッジ位置)に設定する。また第7図中、走査方向(X方向)にベルト状に伸びた領域A_d、A_sは一回の走査露光では露光量不足となる部分である。この領域A_d、A_sは開口APの上下のエッジE₁、E₂がX軸に対して傾いていることによって生じるものであり、各領域A_d、A_sのY方向の幅は、エッジE₁、E₂の傾き角 θ_e とエッジE₁とE₂の最大開口幅D

A_{max}とによって、 $D A_{max} \cdot \tan \theta_e$ として一義的に決まる。この露光量ムラとなる領域A_d、A_sのうち、パターン領域CP中に設定される領域A_dに対しては、開口APのエッジE₁、E₂による三角形部分をY方向に関してオーバーラップさせて走査露光することで、露光量の均一化を図るようにした。また、他方の領域A_sに関しては、ここを丁度レチクルR上の遮光帯に合せるようにした。

さて、第7図(A)の状態からレチクルRとエッジE₁(ブレードB_{L1})を+X方向(同図中の右側)にはほぼ同じ速度で走らせる。やがて第7図(B)に示すように開口APのX方向の幅が最大となり、エッジE₁の移動も中止する。この第7図(B)の状態では、開口APの中心と光軸AXとがほぼ一致する。

その後はレチクルRのみが+X方向に等速移動し、第7図(C)のように開口APの左側のエッジE₁が左側の遮光帯SB₂に入った時点から、エッジE₁(ブレードB_{L1})レチクルRとほぼ

同じ速度で右側(+X方向)へ移動する。こうして、チップパターン領域CPの下側の約半分が露光され、レチクルRと開口APとは第7図(D)のような状態で停止する。

次に、レチクルRを-Y方向に一定量だけ精密にステッピングさせる。ウェハWは+Y方向に同様にステッピングされる。すると第7図(E)に示すような状態になる。このときオーバーラップ領域AdがエッジE₁で規定される三角形部分で重畳露光されるようにY方向の相対位置関係が設定される。またこの際、開口APのY方向の長さを変える必要があるときは、エッジE₁(ブレードBL₁)、又はエッジE₂(ブレードBL₂)をY方向に移動調整する。

次に、レチクルRを-X方向に走査移動させるとともに、エッジE₁(ブレードBL₁)を-X方向に連動して移動させる。そして第7図(F)のようにエッジE₁、E₂による開口幅が最大になったら、エッジE₁の移動を中止し、レチクルRのみを-X方向に引き続き等速移動させる。

以上、本発明の各実施例では投影露光装置を前提としたが、マスクとウェハとを近接させて、照射エネルギー(X線、等)に対してマスクとウェハを一体に走査するプロキシミティーアライナーにおいても同様の方式が採用できる。

(発明の効果)

以上、本発明によれば、走査露光方式におけるマスク(レチクル)の移動ストロークを最小限にすることが可能になるとともに、マスク上の遮光帯の寸法を小さくすることができる。

同時にマスク上の走査方向の照明領域を大きく取ることができるので、移動ストロークの減少と相まって処理スループットを格段に高めることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例による投影露光装置の構成を示す図、第2図はブラインド機構のブレード形状を示す平面図、第3図は第1図の装置に好適なレチクルのパターン配置を示す平面図、第4図は本発明の実施例における走査露光動作を説明

以上の動作によって、投影光学系のイメージフィールドのY方向の寸法以上の大きなチップパターン領域CPをウェハW上に露光することができる。しかもオーバーラップ領域Adを設定し、開口APの形状によって露光量不足となる両端部分(三角部分)を2回の走査露光によって重畳露光するので、領域Ad内の露光量も均一化される。

第8図はブラインド機構20の他のブレード形状を示し、走査方向を規定するブレードBL₁、BL₂のエッジE₁、E₂は互いに平行な直線であり、走査方向と直交する方向のブレードBL₁、BL₂のエッジは光軸AXを通るY軸に関して対称な三角形となっている。そしてここではブレードBL₁、BL₂のエッジは互いにY方向に近づけていくと、ほぼ完全に遮光できるような相補形状になっている。従って開口APの形状は、所謂シェブロン形にすることができる。このようなシェブロン形の場合も、両端の三角形部分でオーバーラップ露光を行なうと、同様に均一化が可能である。

する図、第5図は第1図の装置に装着可能なレチクルの他のパターン配置を示す平面図、第6図は第2の実施例によるブラインド機構のブレード形状を示す平面図、第7図は第2の実施例によるステップ&スキャン露光のシーケンスを説明する図、第8図は他のブレード形状を示す平面図、第9図は円弧状スリット照明光を使った従来のステップ&スキャン露光方式の概念を説明する図、第10図(A)、(B)は正六角形照明光を使った従来のスキャン露光方式を説明する図である。

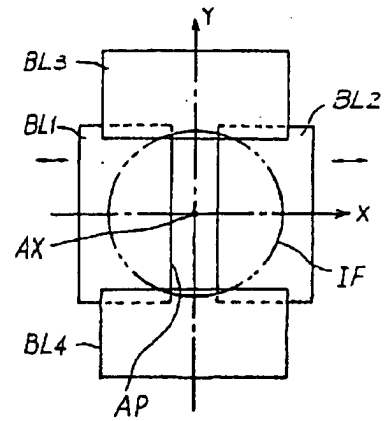
(主要部分の符号の説明)

- R……レチクル、
- PL……投影光学系、
- W……ウェハ、
- BL₁、BL₂、BL₃、BL₄……ブレード、
- AP……開口、
- E₁、E₂、E₃、E₄……開口エッジ、
- 20……ブラインド機構、
- 22……ブラインド駆動系、
- 30……レチクルステージ、

- 34 --- 駆動系、
 48 --- XYステージ、
 54 --- 駆動系、
 100 --- 主制御系。

出願人 株式会社 ニコン

代理人 渡 辺 隆 男



第 2 図

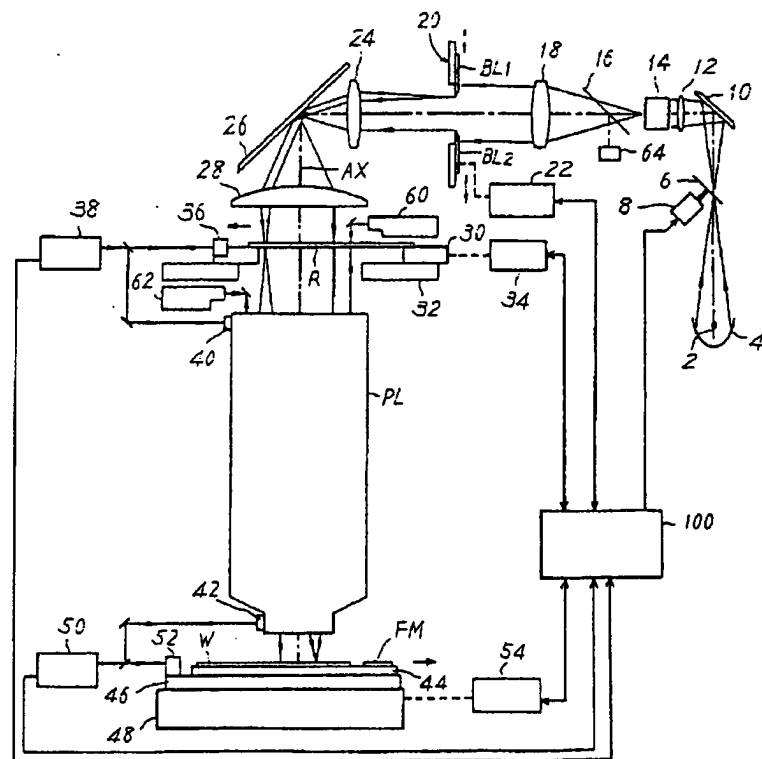
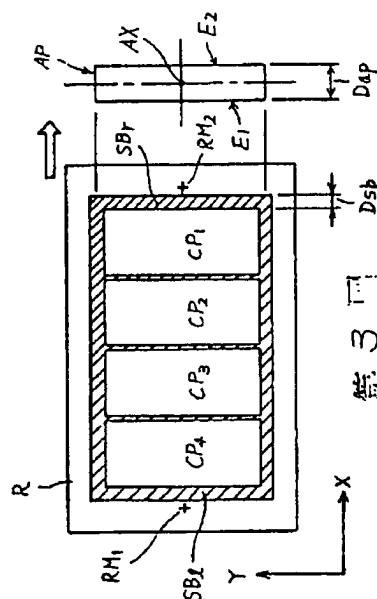
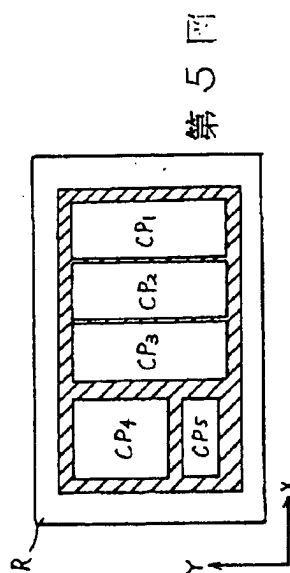


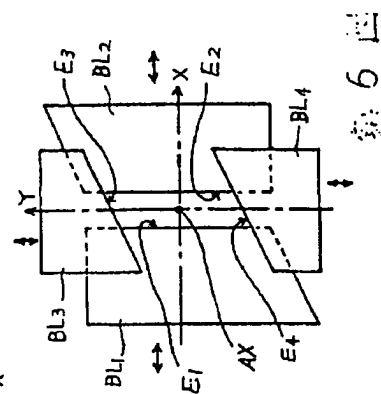
図 1



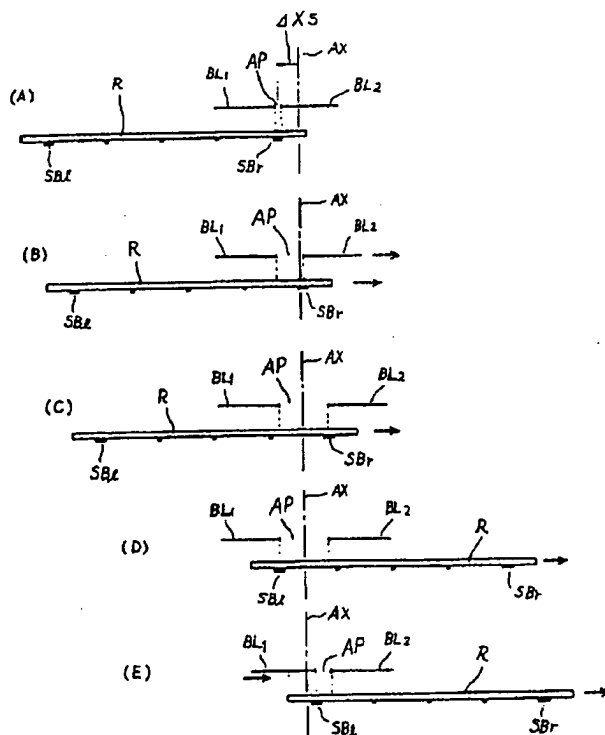
第3図



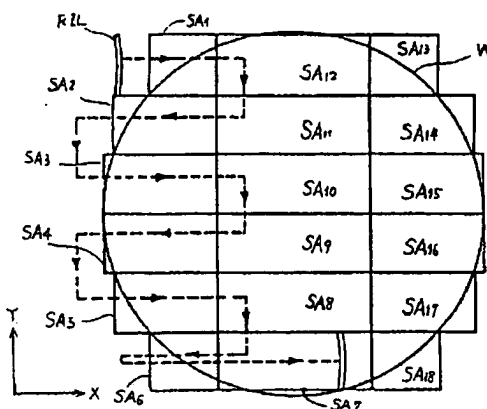
第5図



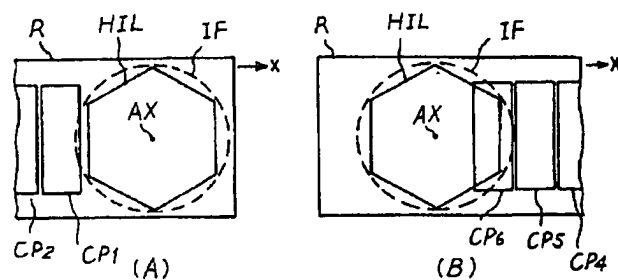
第6図



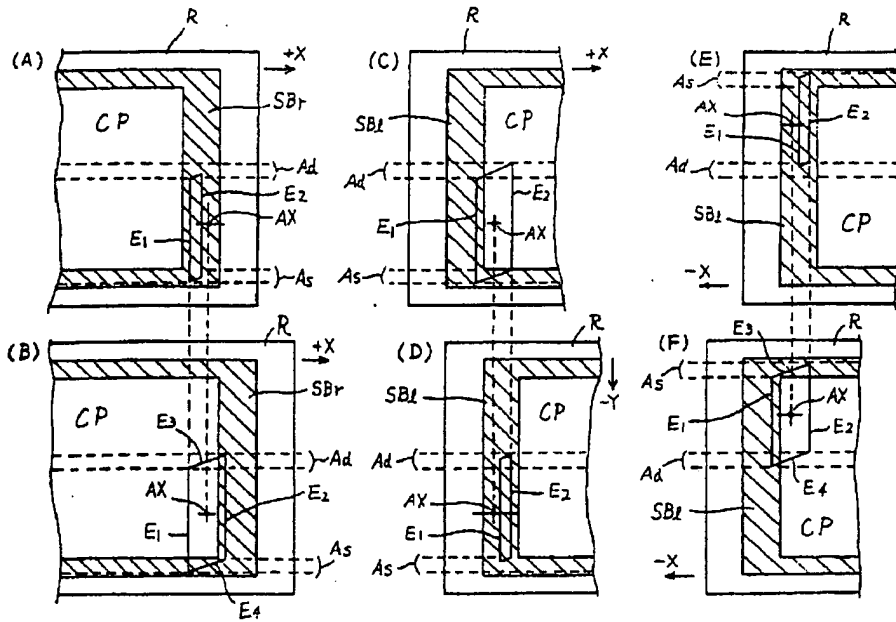
第4図



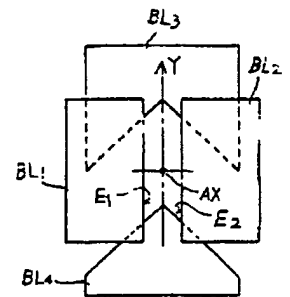
第9図



第10図



第 7 図



第 8 図

[EMBODIMENTS]

FIG. 1 illustrates a construction of a projection exposure apparatus in a first embodiment of this invention. This embodiment involves the use of a projection optical system (hereinafter simply termed a projection lens for simplicity) PL constructed of only a 1/5 reduction refractive element which is telecentric on both sides or of a combination of the refractive element and a reflex element.

Exposure illumination light emitted from a mercury lamp 2 is condensed at a second focal point through an elliptical mirror 4. Disposed at this second focal point is a rotary shutter 6 for switching over a cut-off and a transmission of the illumination light with the aid of a motor 8. The exposure the illumination light passing through the shutter 6 is reflected by a mirror 10. The illumination light beam is then incident on a fly eye lens system 14 via an input lens 12. A multiplicity of secondary light source images are formed on the outgoing side of the fly eye lens system 14. The illumination light beam from each of the secondary light source images falls on a lens system (condenser lens) 18 via a beam splitter 16. Movable blades BL_1 , BL_2 , BL_3 , BL_4 of a blind mechanism 20 are, as illustrated in FIG. 2, arranged on a rear focal plane of the lens system 18. Four pieces of blades BL_1 , BL_2 , BL_3 , BL_4 are individually independently moved by a driving system 22. In accordance with this embodiment, an X-directional (scan-exposure direction) width of an aperture AP is determined by edges of the blades BL_1 , BL_2 . A Y-directional (stepping direction) length of the aperture AP is determined by the edges

of the blades BL_3 , BL_4 .

Further, a shape of the aperture AP defined by the respective edges of the four blades BL_1 - BL_4 is so determined as to be embraced by a circular image field IF of the projection lens PL. Now, the illumination light has a uniform distribution of illuminance in a position of the blind mechanism 20. A reticle R is irradiated with the illumination light via a lens system 24, a mirror 26 and a main condenser lens 28 after passing through the aperture AP of the blind mechanism 20. At this time, an image of the aperture AP defined by the four blades BL_1 - BL_4 of the blind mechanism 20 is formed on a pattern surface of the underside of the reticle R. Note that an arbitrary image forming magnification can be Given by the lens system 24 in combination with the condenser lens 28. Herein, however, it is assumed that an approximately 2-fold enlarged image of the aperture AP of the blind mechanism 20 is projected on the reticle R. Hence, an X-directional moving velocity V_{b1} of the blades BL_1 , BL_2 may be set to $V_{rs}/2$ in order to make a scan velocity V_{rs} of the reticle R during a scan exposure coincident with a moving velocity of an edge image of the blades BL_1 , BL_2 of the blind mechanism 20 which is projected on the reticle R.

Now, the reticle R undergoing the illumination light defined by the aperture AP is held on a reticle stage 30 movable at an equal velocity at least in the X-direction on a column 32. The column 32 is integral with, though not illustrated, a column for fixing a lens barrel for the projection lens PL. The reticle stage 30 performs a microscopic rotational movement for a yawing correction and a one-dimensional scan movement in the X-direction

with the aid of a driving system 34. A movable mirror 36 for reflecting a length measuring beam emitted from a laser interferometer 38 is fixed to one end of the reticle stage 30. An X-directional position of the reticle R and a yawing quantity are measured in real time by the laser interferometer 38. Note that a fixed mirror (reference mirror) 40 for the laser interferometer 38 is fixed to an upper edge of the lens barrel for the projection lens PL. A pattern image formed on the reticle R is reduced by a factor of 5 through the projection lens PL and formed on a wafer W. The wafer W is held together with a fiducial mark plate FM by means of a wafer holder 44 capable of making a microscopic rotation. The holder 44 is installed on a Z stage 46 capable of effecting a micromotion in the (Z-) direction of an optical axis AX of the projection lens PL. Then, the Z stage 46 is installed on an XY stage 48 moving two-dimensionally in X- and Y-directions. This XY stage 48 is driven by a driving system 54. Further, a yawing quantity and a coordinate position of the XY stage 48 are measured by a laser interferometer 50. A fixed mirror 42 for the laser interferometer 50 is fixed to a lower edge of the lens barrel for the projection lens PL. A movable mirror 52 is fixed to one edge of the Z stage 46.

In accordance with this embodiment, the projection magnification is set to 1/5. Therefore, during the scan exposure an X-directional moving velocity V_{ws} of the XY stage 48 is 1/5 of the velocity V_{rs} of the reticle stage 30. Provided further in this embodiment is an alignment system 60, based on a TTR (through the reticle) method, for detecting an alignment mark (or a fiducial mark FM) on the wafer W through the projection lens PL as well as through the reticle R. Provided also is an alignment

system 62, based on a TTL (through the lens) method, for detecting the alignment mark (or the fiducial mark FM) on the wafer W through the projection lens PL from a space under the reticle R. A relative alignment between the reticle R and the wafer W is conducted before a start of an S & S exposure or during the scan exposure.

Further, a photoelectric sensor 64 shown in FIG. 1, when the fiducial mark FM is formed as a luminescent type, receives the light from this luminescent mark via the projection lens PL, the reticle R, the condenser lens 28, the lens systems 24, 18 and the beam splitter 16. The photoelectric sensor 64 is employed when determining a position of the reticle R in a coordinate system of the XY stage 48 or when determining a detection central position of each of the alignment systems 60, 62. By the way, the aperture AP of the blind mechanism 20 is elongated as much as possible in the Y-direction orthogonal to the scan direction (X-direction), thereby making it possible to decrease the number of the X-directional scanning actions, or in other terms, the number of Y-directional stepping actions of the wafer W. In some cases, however, the Y-directional length of the aperture AP may be varied by the respective edges of the blades BL₃, BL₄ depending on sizes, shapes and an arrangement of chip patterns on the reticle R. An adjustment may be made so that the face-to-face edges of the blades, e.g., BL₃, BL₄ are aligned with street lines for defining a shot region on the wafer W. With this adjustment, a correspondence to a variation in the Y-directional size of the shot region can be easily obtained.

Further, if the Y-directional dimension of one shot region is not smaller than the Y-directional maximum dimension of the aperture AP, as disclosed in preceding Japanese Patent Laid-

open Application No. 2-229423, it is required that an exposure quantity be brought into a seamless state by effecting an overlap exposure inwardly of the shot region. A method in this instance will be explained in greater detail.

Next, the operation of the apparatus in this embodiment will be discussed. A sequence and control thereof are managed in a generalizable manner by a main control unit 100. The basic action of the main control unit 100 lies in causing relative movements of the reticle stage 30 and the XY stage 48 keeping a predetermined velocity ratio during the scan exposure while restraining a relative positional relationship between the reticle pattern and the wafer pattern within a predetermined alignment error. These relative movements are effected based on inputting of velocity information given from tacho-generators in the driving systems 34, 54 as well as on inputting of yawing and positional information from the laser interferometers 38, 50.

Then, the main control unit 100 in this embodiment is remarkably characterized, in addition to its operation, by interlock-controlling the driving system 22 so that scan-directional edge positions of the blades BL_1 , BL_2 of the blind mechanism 20 are shifted in the X-direction in synchronization with scanning of the reticle stage 30.

Note that if the illumination quantity during the scan exposure is fixed, the absolute velocities of the reticle stage 30 and of the XY stage 48 have to be increased according as the scan-directional maximum opening width of the aperture AP becomes larger. In principle, when the same exposure quantity (dose

amount) is given to a resist on the wafer, and if the width of the aperture AP is doubled, the velocities of the XY stage 48 and the reticle stage 30 have to also be doubled.

FIG. 3 shows a relationship in layout between the reticle R mountable on the apparatus illustrated in FIGS. 1 and 2, and the aperture AP of the blind mechanism 20. It is herein assumed that four pieces of chip patterns CP_1 , CP_2 , CP_3 , CP_4 are arranged in the scan direction on the reticle R. The respective chip patterns are sectioned by light shielding bands corresponding to the street lines. A periphery of an aggregated region (shot region) of the four chip patterns is surrounded with a light shielding band having a width D_{sb} larger than the street line.

Let herein SB_1 , SB_r be the right and left light shielding bands extending along the periphery of the shot region on the reticle R. It is also presumed that reticle alignment marks RM_1 , RM_2 be formed externally of these light shielding bands.

The aperture AP of the blind mechanism 20 also includes edges E_1 , E_2 of the blades BL_1 , BL_2 which extend in parallel to the Y-direction orthogonal to the scan direction (X-direction). Let D_{ap} be the scan-directional width of these edges E_1 , E_2 . Further, a Y-directional length of the aperture AP is substantially equal to a Y-directional width of the shot region on the reticle R. The blades BL_3 , BL_4 are so set that the edges for defining the longitudinal direction of the aperture AP coincide with the center of the peripheral light shielding band extending in the X-direction.

The following is an explanation of how an S & S exposure is conducted in this embodiment with reference to FIG. 4. The premise herein is such that the reticle R and the wafer W shown in FIG. 3 are relatively aligned by use of the alignment systems 60, 62 and the photoelectric sensor 64. Incidentally, FIG. 4 sketches profiles of the reticle R shown in FIG. 3. For facilitating the understanding of motions of the blades BL_1 , BL_2 of the blind mechanism 20, the blades BL_1 , BL_2 are herein illustrated just above the reticle R.

To start with, as illustrated in FIG. 4(A), the reticle R is set at a start-of-scan point in the X-direction. Similarly, one corresponding shot region on the wafer W is set at the start of the X-directional scan.

At this time, an image of the aperture AP through which the reticle R is illuminated has a width D_{ap} that is ideally zero. It is, however, difficult to make the width completely zero, depending on the conditions where the edges E_1 , E_2 of the blades BL_1 , BL_2 are configured. Then, in accordance with this embodiment, the width D_{ap} of the image of the aperture AP on the reticle is smaller to some extent than the width D_{sb} of the light shielding band SB_r on the right side of the reticle R. Generally, the width D_{sb} of the light shielding band SB_r is on the order of 4-6 mm, while the width D_{ap} of the image of the aperture AP on the reticle may be set to about 1 mm.

Then, as shown in FIG. 4(A), the X-directional center of the aperture AP is arranged to deviate by ΔX_s from the optical axis AX in a direction (left side in the same Figure) opposite to the

scan advancing direction of the reticle R. This distance ΔX_s is set to approximately one-half of the maximum opening width D_{ap} of the aperture AP with respect to this reticle R. Explaining it more specifically, the longitudinal dimension of the aperture AP is determined automatically by the Y-directional width of the shot region of the reticle R. Hence, a maximum value DA_{max} of the X-directional width D_{ap} of the aperture AP is also determined by a diameter of the image field IF. The maximum value thereof is previously calculated by the main control unit 100. Further, the distance ΔX_s is determined to satisfy strictly a relationship such as $DA_{min} + 2 \cdot \Delta X_s = DA_{max}$, where DA_{min} is the width (minimum) of the aperture AP at the start-of-scan point shown in FIG. 4(A).

Next, the reticle stage 30 and the XY stage 48 are moved in the directions reverse to each other at a velocity ratio proportional to the projection magnification. At this time, as illustrated in FIG. 4(B), only the blade BL_2 located in the advancing direction of the reticle R in the blind mechanism 20 is moved in synchronization with the movement of the reticle R so that an image of the edge E_2 of the blade BL_2 exists on the light shielding band SB_r .

Then, the scan of the reticle R proceeds, and the edge E_2 of the blade BL_2 reaches, as shown in FIG. 4(C), a position to determine the maximum opening width of the aperture AP. Thereafter, the movement of the blade BL_2 is halted. The driving system 22 for the blind mechanism 20 therefore incorporates a tachogenerator and an encoder for monitoring both a moving quantity and a moving velocity of each blade. Pieces of positional and velocity information given therefrom are transmitted to the

main control unit 100 and employed for the synchronization with the scanning motion of the reticle stage 30.

Thus, the reticle R is sent in the X-direction at a constant velocity up to a position shown in FIG. 4(D) while being irradiated with the illumination light passing through the aperture AP having the maximum width. That is, the image of the edge E_1 of the blade BL_1 located in the direction opposite to the advancing direction of the reticle R is, as depicted in FIG. 4(E), run in the same direction in synchronization with the moving velocity from the time when the image of the edge E_1 of the blade BL_1 reaches the light shielding band SB_1 on the left side of the shot region of the reticle R.

Then, when the left light shielding band SB_1 is intercepted by the edge image of the right blade BL_2 (at this moment, the left blade BL_1 also comes, and the width D_{ap} of the aperture AP becomes the minimum value D_{amin}), the movements of the reticle stage 30 and the blade BL_1 are stopped.

With the actions described above, the exposure (for one shot) by one-scan of the reticle comes to an end, and the shutter is closed. However, if the width D_{ap} of the aperture AP is well smaller than the width D_{sb} of the light shielding band SB_1 (or SB_r) in that position, and when the illumination light leaking to the wafer W can be made zero, the shutter 6 may remain opened.

Next, the XY stage 48 is stepped in the Y-direction by one row of the shot regions. Scanning on the XY stage 48 and the reticle stage 30 is effected in a direction reverse to the direction set

so far. The same scan-exposure is performed on a different shot region on the wafer W.

As discussed above, in accordance with this embodiment, the scan-directional stroke of the reticle stage 30 can be minimized. Besides, there is such an advantage that the light shielding bands SB_1 , SB_r for defining the both sides of the shot region with respect to the scan direction may be small in terms of their widths D_{sb} .

Note that an unevenness in the exposure quantity in the scan direction is caused on the wafer W till the reticle stage 30 is accelerated from the state shown in FIG. 4(A) enough to reach a constant velocity scan.

For this reason, it is required that a pre-scan (pre-running) range be determined at the start of scanning till the state of FIG. 4(A) is obtained. In this case, it follows that the widths D_{sb} of the light shielding bands SB_r , SB_1 are expanded corresponding to a length of the pre-scan. This is similarly applied to a case where an over-scan is needed corresponding to the fact that the constant velocity motion of the reticle stage 30 (XY stage 48) can not be abruptly stopped when finishing one scan-exposure.

Also in the case of performing the pre-scan and the over-scan, however, the shutter 6 is set at a high speed. If an open response time (needed for bringing the shutter from a full closing state to a full opening state) and a close response time are considerably short, and just when the reticle stage 30 enters a main scan (position in FIG. 4(A)) after a completion of the

pre-scan (acceleration) or shifting from the main scan to an overrun (deceleration), the shutter may be opened and closed interlocking therewith.

A response time t_s of the shutter 6 may satisfy the following relationship under a condition such as $D_{sb} > D_{Amin}$:

$$(D_{sb} - D_{Amin}) / V_{rs} > t_s$$

where V_{rs} (mm/sec) is the constant scan velocity during the main scan on, e.g., the reticle stage 30, D_{sb} (mm) is the width of each of the light shielding bands SB_1 , SB_r , and D_{Amin} (mm) is the minimum width of the aperture AP on the reticle R.

Further, according to the apparatus in this embodiment, the yawing quantities of the reticle stage 30 and of the XY stage 48 are measured independently by the laser interferometers 38, 50, respectively. A difference between the two yawing quantities is obtained by the main control unit 100. A trace amount of rotation of the reticle stage 30 or the wafer holder 44 may be caused during the scan-exposure so that the difference therebetween becomes zero. In this instance, however, it is necessary that a center of the microscopic rotation be always identical with the center of the aperture AP. Taking a structure of the apparatus into consideration, it is possible to readily actualize a method of causing the microscopic rotation of an X-directional guide portion of the reticle stage 30 about an optical axis AX.

FIG. 5 shows an example of another pattern layout of the reticle R mountable on the apparatus depicted in FIGS. 1 and 2. The chip patterns CP_1 , CP_2 , CP_3 are employed for exposing the wafer

by a step-and-scan (S & S) method using the illumination light coming from the slit aperture AP as in the case of the reticle R shown in FIG. 3. Further, other chip patterns CP_4 , $CP_{sub.5}$ formed on the same reticle R are employed for exposing the wafer by a step-and-repeat (S & R) method. This kind of proper use can be easily attained by setting the aperture AP with the aid of the blades BL_1 - BL_4 of the blind mechanism 20. When exposing, e.g., the chip pattern CP_4 , the reticle stage 30 is moved and set so that a center of the chip pattern CP_4 coincides with the optical axis AX. At the same time, the shape of the aperture AP may simply be matched with an external shape of the chip pattern CP_4 . Then, only the XY stage 48 may be moved in a stepping mode. As discussed above, if the reticle pattern is set as shown in FIG. 5, the S & S exposure and the S & R exposure can be executed selectively by the same apparatus and, besides, done without replacing the reticle.

FIG. 6 illustrates one example of configurations of the blades BL_1 - BL_4 of the blind mechanism 20 that correspond to a case where a size of the on-the-reticle chip pattern to be exposed in the (Y-) direction orthogonal to the scan direction increases with respect to the image field IF of the projection optical system. The edges E_1 , E_2 for defining the scan-directional (X-directional) width of the aperture AP, as in the same way in FIG. 2 given above, extend in parallel in the Y-direction. The edges E_3 , E_4 for determining the longitudinal direction of the aperture AP are parallel to each other but inclined to the X-axis. The aperture AP assumes a parallelogram. In this case, four pieces of blades BL_1 - BL_4 move in the X- and Y-directions in interlock with the movement of the reticle during the scan exposure. An X-

directional moving velocity V_{bx} of an image of each of the edges E_1 , E_2 of the blades BL_1 , BL_2 in the scan-exposure direction is, however, substantially the same as the scan velocity V_{rs} of the reticle. If there exists a necessity for moving the blades BL_3 , BL_4 , a Y-directional moving velocity V_{by} of each of the edges E_3 , E_4 is required to synchronize with a relationship such as $V_{by} = V_{bx} \cdot \tan \theta_e$, where θ_e is the inclined angle of each of the edges E_3 , E_4 with respect to the X-axis.

FIG. 7 schematically illustrates a scan sequence during the S & S exposure in the case of an aperture shape shown in FIG. 6. In FIG. 7, it is assumed that the aperture AP is projected on the reticle R and defined by the respective edges E_1 - E_4 thereof. In accordance with a second embodiment shown in FIGS. 6 and 7, a chip pattern region CP on the reticle R which is to be projected on the wafer W has, it is also presumed, a size that is approximately twice the longitudinal dimension of the aperture AP. The second embodiment therefore takes such a structure that the reticle stage 30 is stepped precisely in the Y-direction orthogonal to the scan direction.

At the first onset, the blades BL_1 , BL_2 shown in FIG. 6 are adjusted and set as illustrated in FIG. 7(A) at the start of scanning.

More specifically, the aperture AP having a width narrowed most is positioned on the light shielding band SB_r on the right side of the reticle R. Simultaneously, the left edge E_1 of the aperture AP is set in a position (edge position in which the aperture AP is expanded most in the X-direction) spaced most away

from the optical axis AX. Further, in FIG. 7, the exposure quantity for one scan-exposure lacks in sub-regions Ad, and As each extending beltwise in the scan direction (X-direction). These sub-regions Ad, As are formed because of the fact that the upper and lower edges E_3 , E_4 of the aperture AP are inclined to the X-axis. A Y-directional width of each of the sub-regions Ad, As is univocally determined such as $D_{\text{max}} \cdot \tan \theta_e$, where θ_e is the inclined angle of each of the edges E_3 , E_4 , and D_{max} is the maximum aperture width defined by the edges E_1 , E_2 . The scan-exposure is conducted while overlapping triangular areas shaped by the edges E_3 , E_4 of the aperture AP in the Y-direction with respect to the subregion Ad of the sub-regions Ad, As with this unevenness in terms of the exposure quantity that are set in the pattern region CP. An attempt to make the exposure quantity uniform is thus made. Further, in connection with the other sub-region As, this sub-region is matched exactly with the light shielding band on the reticle R.

Now, the reticle R and the edge E_2 (blade BL_2) are made run substantially at the same velocity in a +X-direction (right in the same Figure) from the state shown in FIG. 7(A). Eventually, as depicted in FIG. 7(B), the X-directional width of the aperture AP is maximized, and the movement of the edge E_2 is also halted. In this state shown in FIG. 7(B), the center of the aperture AP substantially coincides with the optical axis AX.

Thereafter, only the reticle R moves at the constant velocity in the +X-direction. As illustrated in FIG. 7(C), the edge E_1 (blade BL_1) and the reticle R move rightward (in the +X-direction) substantially at the same velocity from the time when the left

edge E_1 of the aperture AP enters the left light shielding band SB_1 . Approximately a lower half of the chip pattern region CP is thus exposed. The reticle R and the aperture AP are stopped in a state shown in FIG. 7(D).

Next, the reticle R is stepped precisely by a fixed quantity in a -Y-direction. The wafer W is similarly stepped in a +Y-direction. Then, a state shown in FIG. 7(E) is developed. At this time, a relative positional relationship in the Y-direction is so set that the overlapped sub-region Ad undergoes an overlap exposure at the triangular area defined by the edge E_4 . Additionally, on this occasion, if it is required that the Y-directional length of the aperture AP be varied, a movement of the edge E_3 (blade BL_3) or E_4 (blade BL_4) is controlled in the Y-direction.

Next, the reticle R is scan-moved in a -X-direction, and simultaneously the edge E_1 (blade BL_1) is moved in the -X-direction in interlock therewith. Then, as shown in FIG. 7(F), when the aperture width defined by the edges E_1 , E_2 comes to the maximum, the movement of the edge E_1 is stopped. Only the reticle R continuously moves at the constant velocity in the -X-direction.

With the actions described above, it is possible to expose, on the wafer W, the chip pattern region CP equal to or larger than the Y-directional dimension of the image field of the projection optical system. Besides, the overlapped sub-region Ad is set. The two edge sub-regions (triangular areas) undergo the overlap exposure by two scan-exposing processes, wherein the exposure quantity lacks depending on the shape of the aperture

AP by one scan-exposing process. The exposure quantity within the sub-region Ad is also made uniform (seamless).

FIG. 8 sketches other blade configurations of the blind mechanism 20. The edges E_1 , E_2 of the blades BL_1 , BL_2 which determine the scan direction are conceived as straight lines parallel to each other. The edges of the blades BL_3 , BL_4 extending in the direction orthogonal to the scan-direction take triangles that are symmetric with respect to the Y-axis passing through the optical axis AX. Then, the edges of the blades BL_3 , BL_4 herein assume, when approaching each other in the Y-direction, complementary shapes capable of substantially completely intercepting the light. Accordingly, the aperture AP may take a so-called chevron shape. In the case of such a chevron shape also, the uniformness can be similarly attained by executing the overlap exposure on the triangular areas at both ends.